3P

УДК 681.518

В.А. Резников[1], А.А. Сироткин[2]
[1]Государственный университет информатики и искусственного интеллекта, г. Донецк, Украина
[2]ОАО «Институт Автоматгормаш им. В.А. Антипова», г. Донецк, Украина

Информационное обеспечение решений по управлению угледобывающим забоем

Рассмотрена задача информационной поддержки управлений производственными процессами угледобывающего забоя. Показана возможность решения указанной задачи с помощью двухуровневой информационной системы, построенной на базе комплекса аппаратно-программных средств автоматизированного контроля.

Анализ задачи

Современный угледобывающий забой представляет собой сложную эргатическую систему, техническую часть которой составляют различные машины и механизмы, объединенные в очистной механизированный комплекс (ОМК). Как объект управления угледобывающий забой характеризуется следующими особенностями:

1) конструктивная и функциональная взаимосвязь технологических элементов, которая обусловливает изменения параметров функционирования всей системы в целом при изменении параметров функционирования какого-либо одного элемента;
2) сложные и подверженные изменениям горно-геологические условия;
3) стесненное рабочее пространство;
4) наличие опасных потенциалов техники и разрушаемого массива.

К этому следует также добавить такие факторы, как высокая стоимость оборудования и энергоресурсов, различный профессиональный уровень исполнителей, наличие режимов, приводящих к интенсивному износу или старению оборудования, и т.п. Все это существенно усложняет управление угледобывающим забоем и предопределяет достаточно «жесткие» требования к обоснованности плановых заданий исполнителям и к оперативности принимаемых решений.

Понятно, что руководитель соответствующего добычного участка, используя свои знания, опыт, навыки и интуицию, а также опыт и навыки производственного персонала, практически всегда находит управляющие решения, обеспечивающие стабильное функционирование очистного забоя. Однако в большинстве практических случаев такие решения направлены, в первую очередь, на выполнение плановых заданий по объему добываемого угля. В то же время энергоемкость процесса разрушения угольного массива, которая является одним из показателей эффективности работы очистного забоя [1], [2], весьма редко достигает, как минимум, заданных значений, что обусловлено низкой оперативностью контроля, а также субъективным и нечетким характером информации, получаемой руководством участка от исполнителей. Эти факторы, а также указанные особенности угледобывающего забоя как объекта управления в совокупности приводят к «размытости» заданий исполнителям и, как следствие, к существенному расширению диапазонов планируемых состояний машин и механизмов, что обусловливает, в конечном итоге, работу оборудования в энергозатратных режимах, непредвиденные простои, несвоевременность профилактических обслуживаний и ремонтов.

Из сказанного следует, что при прочих равных условиях наиболее действенным способом повышения эффективности управления очистным забоем является применение информационной системы поддержки принимаемых решений (ИСП), обеспечивающей руководство, как лицо, принимающее решение (ЛПР) достоверной информацией, необходимой для контроля, оперативного управления и планирования.

Структура и функции ИСП

Рассматриваемая ИСП представляет собой двухуровневую информационную систему, структурная схема которой показана на рис. 1.

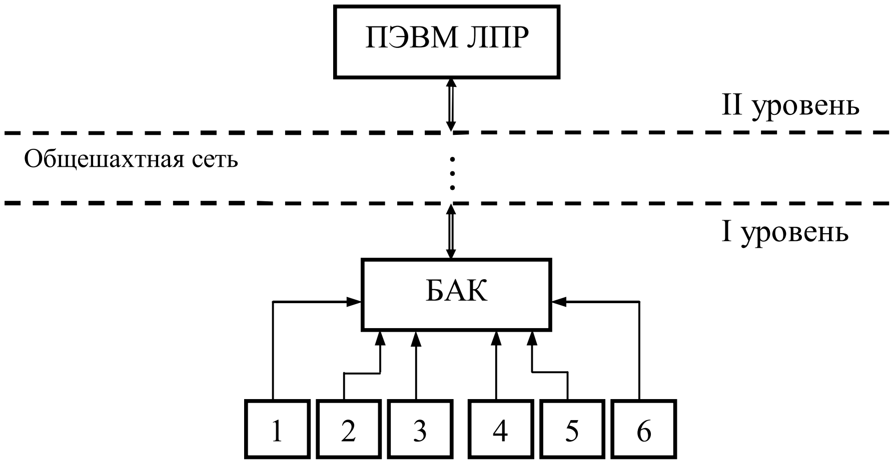


Рисунок 1 – Структурная схема ИСП

Первый (нижний) уровень системы сконструирован на базе комплекса аппаратно-программных средств автоматизированного контроля (КСКО), размещен в забое и на штреке и предназначен для выполнения следующих функций:

1) автоматизированный непрерывный контроль параметров работы и состояния всего оборудования угледобывающего забоя;

2) обработка и отображение информации, необходимой для принятия оперативных решений;

3) хранение и передача данных в общешахтную информационную сеть.

Основным элементом данного уровня является блок автоматизированного контроля (БАК), построенный на базе индустриального панельного микроконтроллера с LCD-дисплеем, мембранной функционально-цифровой клавиатурой, коммуникационными портами и блоками ввода/вывода с опторазвязкой.

БАК совместно с комплектами датчиков и линиями связи образует шесть подсистем контроля: БАК+1 – подсистема контроля режимных параметров приводов угледобывающего комбайна и забойного конвейера; БАК+2 – подсистема контроля состояния гидросистемы крепления; БАК+3 – подсистема контроля состояния систем громкоговорящей связи, сигнализации и управления; БАК+4 – подсистема контроля режимов работы насосной станции; БАК+5 – подсистема контроля состояния систем орошения и охлаждения оборудования; БАК+6 – подсистема контроля состояния систем энергоснабжения. В результате формируются исходная информация, состав которой приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Состав входной информации

Обозначение	Наименование сигнала
$I_{к.1}$, $I_{к.2}$	Токи в обмотках статоров электродвигателей резания комбайна
$I_{к.п}$	Ток в обмотке статора электродвигателя подачи комбайна
$T^{\circ}_{ож}$, $Q_{ож}$	Температура и расход охлаждающей жидкости
$P_{ор}$, $Q_{ор}$	Давление и расход воды в системе орошения
$L_{к}$	Местоположение комбайна в лаве
$h_{в}$, $h_{н}$	Выходные сигналы «верхнего» и «нижнего» датчиков концевого положения комбайна
$P_{н}$, $P_{с}$	Давления жидкости в напорной и сливной магистралях гидросистемы крепи
$P_{н.n}$, $P_{с.n}$	Давления жидкости в напорной и сливной магистралях последней (первой) секции в n-й группе крепи
$R_{кр.n}$	Величина передвижки последней (первой) секции в n-й группе крепи
$I_{кн.1}$, $I_{кн.2}$	Токи в обмотках статоров «верхнего» и «нижнего» электродвигателей забойного конвейера
$R_{кн.n}$	Величина выдвижки забойного конвейера в районе последней (первой) секции в n-й группе крепи по всей длине лавы
P, Q	Давление и расход жидкости в напорной магистрали насосной станции
H	Уровень жидкости в баке насосной станции
$S_{су}$, $S_{гс}$, $S_{с}$, $S_{во}$	Состояния систем управления, громкоговорящей связи и сигнализации, а также коммутационной аппаратуры вспомогательного оборудования соответственно

Вторым (верхним) уровнем системы является персональный компьютер, установленный в нарядной добычного участка (ПЭВМ ЛПР). Основная задача данного уровня ИСП заключается в предоставлении ЛПР информации о результатах работы очистного забоя за предыдущие календарные периоды. Кроме того, для постоянного контроля за работой очистного забоя и «вмешательства» руководства только в тех случаях, когда это необходимо по тем или иным причинам, система формирует обобщенную информацию о текущем состоянии производственного процесса и аварийных ситуациях.

Контроль и оперативное управление

При разработке алгоритмов работы БАК в качестве базовых были приняты следующие положения:

1. Блок автоматизированного контроля служит, в первую очередь, для принятия оперативных решений. Поэтому информация, предоставляемая сменному инженеру, мастеру или бригадиру, должна отражать текущее состояние всех машин и механизмов.

2. В начале каждой смены персонал должен иметь информацию о результатах работы предыдущей смены, а также об аварийных ситуациях, которые возникали в предыдущую смену.

3. Информация, сформированная в БАК и передаваемая в ПЭВМ ЛПР, должна содержать данные, необходимые для принятия решений при планировании основных и вспомогательных производственных процессов.

В соответствии с этими положениями были приняты такие режимы работы БАК: «Ввод», «Состояние оборудования и систем», «Хранение» и «Вызов архива».

Несомненно, наиболее важным с точки зрения контроля и оперативного управления является режим «Состояние оборудования и систем». Постоянно отображаемая на экране дисплея информация сигнализирует о рабочем состоянии очистного комбайна, забойного конвейера, системы крепления, систем управления, громкоговорящей связи, сигнализации и вспомогательного оборудования.

Постоянно отображаемый на экране дисплея индикатор «Авария» светится только при появлении аварийной ситуации. При нажатии определенной функциональной клавиши на экране дисплея появляется окно аварийной сигнализации, позволяющее определить, какой именно параметр «вышел» за рабочие пределы. Кроме того, аварийная сигнализация имеет приоритет по сравнению с любой другой информацией, то есть при появлении аварийной ситуации главное информационное окно со светящимся индикатором «Авария» появляется на экране дисплея БАК автоматически.

Имеющиеся на клавиатуре БАК функциональные клавиши используются также для получения информации о текущем состоянии и режимах работы всех основных технологических элементов очистного забоя – комбайна, крепи, конвейера и насосной станции. Например, при выборе опции «Комбайн» на экране дисплея отобразятся график движения комбайна вдоль лавы с указанием направления движения, число пусков (перегрузок) электродвигателей резания и подачи, средняя скорость подачи при каждом «проходе», суммарная длительность каждого «прохода» лавы. После окончания смены вся указанная информация записывается в архив (режим «Хранение») с «привязкой» к дате, смене и бригаде.

Таким образом, в результате анализа текущих значений режимных параметров, а также сравнения их с данными за предыдущие календарные периоды работы (опция «Вызов архива») создаются условия для контроля и оперативного управления технологическим процессом добычи угля путем изменения сменных заданий исполнителям, проведения текущих ремонтов, распределения ресурсов.

Контроль и планирование

Все перечисленные выше текущие значения контролируемых переменных и архивные данные через общешахтную информационную сеть передаются на второй уровень ИСП, на котором реализована программа «Параметры работы оборудования».

Проиллюстрируем работу на примере подпрограммы «Комбайн», при выборе которой, кроме уже указанной выше текущей информации, ЛПР может получить итоговые данные о работе забоя, например, за декаду (рис. 2).

Участок:				Лава:			
Дата	Смена / Бригада	$\bar{I}_{к.1}$, А	$\bar{I}_{к.2}$, А	$\bar{I}_{к.п}$, А	$\overline{V}_{п}$, м/мин	$F_{п}$, кг	$T_{р}$, мин
…	… / …	…	…	…	…	…	…

Рисунок 2 – Экранная форма итоговой таблицы

В данной таблице $\bar{I}_{к.1}$, $\bar{I}_{к.2}$, $\bar{I}_{к.п}$ – средние значения токов электродвигателей комбайна; $\bar{V}_{п}$ – среднее значение скорости подачи; $F_{п}$ – тяговое усилие, определяемое по механической характеристике привода подачи; $T_{р}$ – машинное время, определяемое как сумма отрезков времени, в течение которых токи электродвигателей комбайна находятся в пределах от I_{xx} до I_{max}.

«Раскрытие» итоговой таблицы позволяет отобразить на экране дисплея диаграммы нагружения приводов резания и подачи, диаграмму скорости подачи, график движения комбайна вдоль лавы и график реальных удельных энергозатрат (рис. 3), которые являются показателем эффективности работы очистного забоя [1], [2].

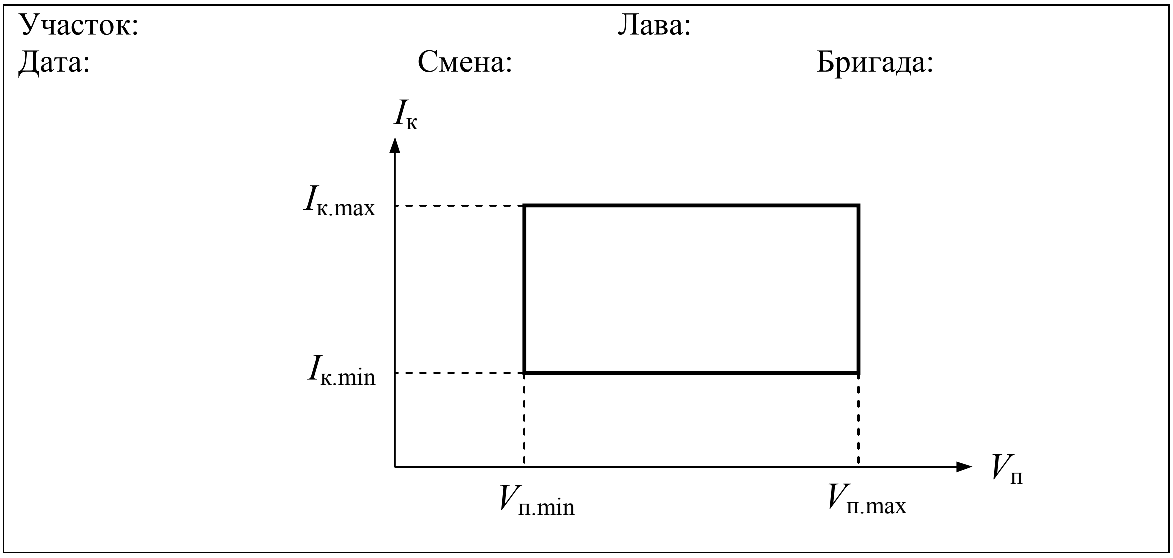


Рисунок 3 – Экранная форма графика энергозатрат

Известно, что удельные энергозатраты зависят от двух факторов:

– мощности, затрачиваемой на отделение угля от массива, и его погрузку на конвейер;

– эксплуатационной (рабочей) скорости подачи, которая является основным режимным параметром ОМК и учитывает целый ряд ограничений технологического и технического характера (крепость и условия залегания пласта, производительность забойного конвейера, скорость крепления, интенсивность газовыделения и т.п.).

Имея данные об устойчивых моментах электродвигателей и указанных выше ограничениях, руководитель участка может с помощью соответствующих номограмм [3] определить рациональное значение (или диапазон рациональных значений) эксплуатационной скорости подачи $V^*_{п.э}$. Поддержание этой скорости обеспечивает работу очистного комбайна с минимальными (или заданными) значениями удельных энергозатрат и без перегрузок электродвигателей, приводящих к их «опрокидыванию» и, как следствие, к простоям. Следовательно, скорость $V^*_{п.э}$ является плановым заданием машинисту угольного комбайна. С другой стороны, сопоставление $V^*_{п.э}$ с графиком, показанным на рис. 3, позволяет руководству выявить причины отклонений от задания (изменения условий, отказы оборудования, качество управления комбайном, работа с затупленными резцами) и скорректировать задания на следующий планируемый календарный период.

Аналогичная обработка в ПЭВМ ЛПР с помощью подпрограмм «Крепь», «Конвейер» и «Насосная станция» соответствующих исходных данных позволяет руководству участка иметь полную информацию о состоянии гидросистемы крепи и выполнении паспорта крепления, загрузке приводов забойного конвейера, режимах работы насосной станции.

Кроме того, появляется возможность контролировать исполнительскую дисциплину и обоснованно оценивать профессиональный уровень производственного персонала.

Заключение

Насыщенность угледобывающего забоя энергоемким и высокопроизводительным оборудованием, сложные и постоянно меняющиеся условия эксплуатации, особое значение фактора безопасности, с одной стороны, и необходимость обеспечивать выполнение планового задания с минимальными затратами ресурсов, с другой, существенно усложняют управление угледобывающим забоем, особенно в части обоснованности плановых заданий исполнителям и оперативности принимаемых решений. Действенным способом повышения эффективности управления является применение двухуровневой информационной системы поддержки решений, сконструированной на базе комплекса КСКО. Объем исходной информации и принятые способы ее обработки и отображения позволяют руководству добычного участка проводить достоверный контроль, оперативное управление и обоснованное планирование, то есть осуществлять эффективное управление технологическим процессом добычи угля.

Литература

1. Сапицкий К.Ф. Надежность технологических процессов эксплуатационного участка шахты / Сапицкий К.Ф., Мирошников С.Н., Чекавский В.И. – М. : Недра, 1978. – 182 с.
2. Солод Г.И. Эксплуатация и ремонт горного оборудования / Г.И. Солод, В.И. Мороз. – М. : Изд-во НТГО, 1983. – 100 с.
3. Горные машины для подземной добычи угля : учебное пособие для вузов ; / [под общ. ред. П.В. Горбатова]. – Донецк : Норд Компьютер, 2006. – 669 с.

В.О. Рєзніков, О.А. Сіроткін

Інформаційне забезпечення рішень з керування вугледобувним вибоєм

Розглянута задача інформаційної підтримки керувань виробничими процесами вугледобувного вибою. Показана можливість рішення вказаної задачі за допомогою дворівневої інформаційної системи, побудованої на базі комплекса апаратно-програмних засобів автоматизованого контролю.

V.A. Reznikov, A.A. Sirotkin

Information Support for Decision Making in Control of Coal Face

In this paper we consider the problem of information support in industrial process control of coal face. It is shown the possibility to solve the above-mentioned problem by using two-level information system, constructed on the basis of hardware-software complex of automated testing.

Статья поступила в редакцию 04.08.2009.